

Излучающие и отражающие электродинамические структуры, а также метаматериалы, состоят из большого числа элементов, взаимодействующих между собой. Непосредственный расчет таких структур приводит к необходимости решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) большой размерности, что может приводить к проблеме нехватки оперативной памяти даже у современных ЭВМ. В матричной форме обобщенная электродинамическая СЛАУ записывается следующим образом:

$$\mathbf{Z}\mathbf{I} = \mathbf{U},$$

где:  $\mathbf{Z}$  - матрица импедансов,  $\mathbf{I}$  - вектор токов,  $\mathbf{U}$  - вектор напряжений.

В докладе рассмотрена возможность построения процедуры расчета взаимодействий в сложных структурах на основе метода Зейделя, итерационная формула для которого имеет вид [1]:

$$\mathbf{I}^{(k+1)} = \mathbf{D}^{-1}(\mathbf{U} - \mathbf{R}\mathbf{I}^{(k)}),$$

здесь:  $\mathbf{D}$  - диагональная матрица, полученная из  $\mathbf{Z}$ ;  $\mathbf{R} = \mathbf{Z} - \mathbf{D}$ . В качестве примера метод применен к расчету структур, показанных на рис.1.

### Литература

1. Бахвалов И.В., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Физматлит, 2004.

### К ОЦЕНКЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИЕМА УПРУГИХ АКСИАЛЬНО-СДВИГОВЫХ ВОЛН ТРУБЧАТОЙ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОЙ АНТЕННОЙ

*Е.Г. Косяк<sup>1</sup>, Н.С.Шевяхов<sup>2</sup>*

(<sup>1</sup> Саров, СарФТИ НИЯУ МИФИ; <sup>2</sup> Ульяновск, УФ ИРЭ РАН, ns\_shev@mail.ru)

### ON ACCOUNT OF RECEIVING SENSIBILITY OF PIEZOCERAMIC TUBE ANTENNA FOR ELASTIC SHEAR-AXIAL WAVES

*E.G. Kosyak, N.S. Shevyakhov*

Пьезокерамические приемники акустических колебаний находят в настоящее время широкое применение в различных областях науки и техники. Основное требование, предъявляемое к их эксплуатационным показателям, заключается обычно в равномерности амплитудно-частотной характеристики в рабочей полосе частот [1]. В этой связи и по сложившимся традициям инженерных расчетов пьезопреобразователей методами теории колебаний, когда приемная антенна моделируется системой с сосредоточенными параметрами, область рабочих частот выбирается ниже частоты основного (первого) резонанса. Настоящее сообщение имеет целью обсудить, исходя из строгого решения задачи рассеяния акустической (упругой) волны приемным пьезопреобразователем, возможность использования частот, лежащих выше основной частоты, – между частотами некоторой пары двух соседних резонансов.

В качестве приемной антенны рассматривается трубчатая пьезокерамическая оболочка кругового сечения, поляризованная в аксиальном направлении. Предполагается, что зондирующий сигнал представляет собой плоскую монохроматическую волну аксиального сдвига, которая падает перпендикулярно оси пьезокерамического преобразователя со стороны идеально упругой изотропной среды. Разность электрических потенциалов, максимум которой в отношении к амплитуде падающей сдвиговой волны принимался за меру чувствительности приемной антенны  $S$ , снималась парой струнных (предельно узкие, идеально проводящие и, поэтому, не искажающие рассеяния) электродов, расположенных диаметрально друг к другу

на внутренней цилиндрической поверхности пьезоэлектрической оболочки под углом к направлению падающей волны.

Численные расчеты спектральной чувствительности в виде зависимости  $S=S(\xi)$ , где  $\xi=kR$ ,  $k$  – волновое число для сдвиговых волн,  $R$  – радиус пьезопреобразователя, выполнялись для случая пьезокерамики PZT-4 и рутила в качестве упруго изотропной среды. Установлено, что металлизация внешней границы преобразователя, по которой осуществляется контакт с окружающей внешней средой, приводит к повышению спектральной чувствительности на порядок. Подтверждено наличие межрезонансных областей чувствительности с выраженной однородностью спектра. Так, между третьим и четвертым резонансами трубчатого пьезопреобразователя из PZT-4 в рутиле с металлизированной внешней границей радиуса  $R=5$  мм имеем пригодную для неискажающего приема сигнала полосу частот  $\Delta\nu=160$  кГц.

### Литература

1. Малов В.В. Пьезорезонансные датчики. М.: Энергия, 1978. 248 с.

## ОТРАЖЕНИЕ И ПРОХОЖДЕНИЕ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ ДЛЯ АНИЗОТРОПНОГО ОДНООСНОГО КРИСТАЛЛА В СЛУЧАЕ, КОГДА ОПТИЧЕСКАЯ ОСЬ ЛЕЖИТ В ПЛОСКОСТИ ПАДЕНИЯ

*Н.А. Матвеева, Р.В. Щелоков, В.В. Яцышен*

(Волгоград, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный университет», [nataly.matveeva@mail.ru](mailto:nataly.matveeva@mail.ru), [schelokov@mail.ru](mailto:schelokov@mail.ru), [yatsishen@yandex.ru](mailto:yatsishen@yandex.ru) )

## REFLECTION AND TRANSMISSION FOR SECOND HARMONIC UNIAXIAL ANISOTROPIC CRYSTAL IN THE CASE WHERE THE OPTICAL AXIS LIES IN THE PLANE OF INCIDENCE

*N.A. Matveeva, R.V. Schelokov, V.V. Yatsishen*

Нелинейно-оптические методы неразрушающего контроля и диагностики состояния вещества, имеющего анизотропные свойства, становятся все более распространенными. Это связано с высокой чувствительностью и повышенной дифференциацией полученных результатов. Учет поляризации электромагнитной волны при нелинейно-оптическом взаимодействии увеличивает количество полученной информации о свойствах вещества. Поэтому целью данной работы является вывод основных соотношений коэффициентов отражения и пропускания второй гармоники для анизотропного одноосного кристалла в случае, когда оптическая ось лежит в плоскости падения.

В данной работе рассмотрен случай нелинейно-оптического взаимодействия поляризованного излучения с анизотропными одноосными кристаллами. В рамках этой задачи рассматривается случай, когда оптическая ось меняет свою ориентацию в плоскости падения. Получены энергетические коэффициенты отражения и пропускания в случае генерации второй гармоники. Рассмотрено два случая, когда на границу раздела распространяется р – и s – поляризованная электромагнитная волна.

Выведены основные соотношения для расчета энергетического коэффициента отражения и энергетического коэффициента пропускания одноосного кристалла с различной ориентацией оптической оси, в случае генерации второй гармоники.

Пусть на границу раздела двух сред воздух – нелинейный одноосный кристалл – плоскость  $z=0$  распространяется р – поляризованная волна. Нас интересует распространение волн в кристалле (рис. 1).